หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่องนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยทางเศรษฐมิติ (Methodology of Econometric Research) ของ Koutsoyiannis (1984) โดยศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนครู ทั้งตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและตัวแปรทางด้านการศึกษา นำมาหาความสัมพันธ์และสร้างเป็นแบบจำลอง เพื่อคาดคะเนจำนวนครูที่ต้องการในระดับมัธยมศึกษา ในสังกัดกรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2531 - 2540

<u>ลักษณะและแหล่งที่มาของข้อมูล</u>

1. ลักษณะของข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1.1 ข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศรายปีตั้งแต่ปีการศึกษา 2515 ถึง 2530 ตามราคาประจำปี (current market prices)

1.2 ข้อมูลด้านการศึกษา ได้แก่ ตัวแปรเกี่ยวกับการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา (ไม่รวมระดับมัธยมศึกษา สังกัดกองการศึกษาพิเศษ กรมสามัญศึกษา) ซึ่งประกอบด้วย

1.2.1 จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา รวม ม.1 ถึง ม.6 ปีการศึกษา 2515 ถึง 2530

1.2.2 หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา วิเคราะห์อัตราส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญจากหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ปีพ.ศ.2503 หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 2518 หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2521 และหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 2524

1.2.3 จำนวนห้องเรียน ของโรงเรียนมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2515 ถึง 2530

1.2.4 ขนาดของโรงเรียน 4 ขนาดคือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ ปีการศึกษา 2515 ถึง 2530

1.2.5 อัตราการสอนของครู เฉลี่ยทั่วประเทศปีการศึกษา 2515 ถึง 2530

1.2.6 จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ วิเคราะห์จากหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย โดยใช้ค่าเฉลี่ย

1.2.7 อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู ตั้งแต่ปีการศึกษา 2515 ถึง 2530

1.2.8 อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง ตั้งแต่ปีการศึกษา 2515 ถึง 2530

1.2.9 อัตราการปลดเกษียณ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2515 ถึง 2530

2. แหล่งที่มาของข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยรวบรวมจากแหล่งทุติยภูมิ ซึ่งได้แก่ รายงานภาคสถิติของหน่วยงานที่จัดทำขึ้น ประกอบด้วยแหล่งที่มาต่าง ๆ ดังนี้

2.1 แหล่งที่มาของข้อมูลด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ รายได้ประชาชาติของประเทศไทย ฉบับพ.ศ.2529 (National Income of Thailand 1986 Edition) ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี

2.2 แหล่งที่มาของข้อมูลด้านการศึกษา

2.2.1 สถิติการศึกษาฉบับย่อ ปีการศึกษา 2515 ถึง 2530 กองแผนงาน กรมสามัญศึกษา

2.2.2 สภาพการจัดโรงเรียนมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2515, 2516 กองแผนงาน กรมสามัญศึกษา

2.2.3 จำนวนห้องเรียน นักเรียน ครูและภารโรง โรงเรียนมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2522 ถึง 2530 กองแผนงาน กรมสามัญศึกษา

2.2.4 ฝ่ายทะเบียนและวัดผล กองการเจ้าหน้าที่ กรมสามัญศึกษา

<u>การเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

ผู้วิจัยดำเนินการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ตัวแปรที่จะนำมาใช้สร้างสมการ คือ การศึกษาเพื่อเลือกตัวแปรที่สำคัญ ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ต้องการ โดยศึกษาจากวิทยานิพนธ์ของ ณัตตินา วัฒนาชยากุล, นภาพร สิงหทัต, วรรณพร วิเชียรวงศ์, กานต์ กุณาศล และ ลักษณา พงษ์ศรีกูร นอกจากนี้ยังศึกษางานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับแบบจำลองในการคาดคะเนจำนวนครู

2. เมื่อได้ตัวแปรที่จะต้องใช้ในสมการแล้ว จึงสำรวจแหล่งที่มาของข้อมูล โดยสำรวจเอกสารสถิติที่หน่วยงานต่าง ๆ จัดทำไว้ ในกรณีที่ข้อมูลนั้นไม่มีระบุไว้และจะต้องจัดเก็บด้วยตนเองก็จัดทำตารางในการรวบรวม

3. ตรวจสอบข้อมูลที่ได้ ถ้าได้ข้อมูลมากกว่า 1 แห่ง เลือกข้อมูลที่เชื่อถือได้สูงสุดและกะประมาณข้อมูลที่ขาดหายไปโดยวิธีหาค่าแนวโน้ม

<u>การสร้างแบบจำลองและการคาดคะเนจำนวนครู</u>

การดำเนินการวิจัยเรื่องนี้ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างรูปแบบจำลอง (Model) การคาดคะเนจำนวนครู

ขั้นตอนที่ 2 นำรูปแบบจำลองที่สร้างในขั้นตอนที่ 1 ไปคาดคะเนจำนวนครูที่ควรมีในปีการศึกษา 2531 - 2540

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> วิธีสร้างรูปแบบจำลองการคาดคะเนจำนวนครู จำแนกออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1.1 การกำหนดรูปแบบจำลองการคาดคะเนจำนวนครู (specification of the Model)

1.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง (estimate of the Model)

1.3 การประเมินค่าที่ประมาณได้ของพารามิเตอร์ (evaluation of estimates)

1.4 การประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ (evaluation of the Forecasting power of the estimated Model)

รายละเอียดขั้นตอนมีดังนี้

1.1 <u>การกำหนดรูปแบบจำลองการคาดคะเนจำนวนครู</u>

1) การคาดคะเนจำนวนครู จะต้องเกี่ยวข้องกับตัวแปรหลัก 2 ชนิดคือ ตัวแปรตาม (dependent variable) และตัวแปรอธิบาย (explanatory variable)

จากการศึกษาเบื้องต้นของการวิจัยนี้ ได้กำหนดตัวแปรไว้ดังนี้

ตัวแปรตาม ได้แก่ จำนวนครู (Q)

ตัวแปรอธิบาย น่าจะได้แก่ จำนวนนักเรียน (S) ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ (G) หลักสูตร (P) เทคโนโลยีทางการศึกษา (T) จำนวนห้องเรียน (R) ขนาดของโรงเรียน (C) อัตราการสอนของครู (L) จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ (H) อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู (F) อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง (E) อัตราการปลดเกษียณ (D) และตัวแปรอื่น (random variable = u)

เหตุผลที่สนับสนุนการเลือกตัวแปรอธิบาย จำนวน 12 ตัวมีดังนี้

จำนวนนักเรียน (S) จำนวนนักเรียนเป็นพื้นฐานของการคาดคะเนทรัพยากรทางการศึกษา ทั้งด้านบุคลากร วัสดุ ครุภัณฑ์ อาคารสถานที่ และค่าใช้จ่ายทางการศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2529 : 1) จำนวนนักเรียนเป็นตัวแปรที่สำคัญในการคาดคะเนจำนวนครู เป็นตัวกำหนดว่าครูควรจะมีเท่าไร โดยคิดจากอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู ถ้าจำนวนนักเรียนมีมากโรงเรียนก็จะได้รับการจัดสรรจำนวนครูตามจำนวนนักเรียนที่มีอยู่ แต่เกณฑ์การจัดสรรจำนวนครูของกรมสามัญศึกษานั้นมักจะขึ้นอยู่กับการได้รับงบประมาณของแต่ละปี เช่น ในปีการศึกษา 2530 กรมสามัญศึกษาได้คิดอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครูเป็น 21 : 1

ผลิตภัณฑ์ประชาชาติมวลในประเทศ (Gross Domestic Product = G) เศรษฐกิจของประเทศมีความสัมพันธ์กับการศึกษาเป็นอย่างมาก ถ้าผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้รัฐบาลมีงบประมาณจัดสรรให้แก่การศึกษามากขึ้น จำนวนอัตราครู

ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จะต้องได้รับอนุมัติจากพระราชบัญญัติงบประมาณแผ่นดินในหมวดเงินเดือน ซึ่งตัวบ่งชี้งบประมาณแผ่นดินก็คือ ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจำนวนครู โดยที่ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศกำหนดงบประมาณแผ่นดิน งบประมาณแผ่นดินกำหนดงบประมาณทางการศึกษา งบประมาณทางการศึกษากำหนดงบประมาณการมัธยมศึกษา และงบประมาณการมัธยมศึกษากำหนดงบประมาณเงินเดือนครู ซึ่งจะแตกออกมาเป็นจำนวนครูที่ควรจะได้รับในปีนั้น ๆ ในการวิจัยนี้เลือกใช้ตัวแปรผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ เนื่องจากเป็นตัวแปรที่นิยมใช้ทางเศรษฐศาสตร์การศึกษา และเป็นตัวแปรที่สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติได้ทำการคาดคะเนล่วงหน้าไว้บ้างแล้ว

หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา (P) ประกอบด้วย 2 ลักษณะวิชาคือ วิชาสามัญกับวิชาอาชีพ วิชาสามัญมักจะเน้นทางทฤษฎี ส่วนวิชาอาชีพเน้นในทางปฏิบัติซึ่งจะต้องใช้ครูมากกว่าวิชาสามัญ จำนวนครูจะมากหรือน้อยก็จะแปรผันไปตามแผนการเรียนวิชาอาชีพ และวิชาสามัญของหลักสูตร

เทคโนโลยีทางการศึกษา (T) ถ้าโรงเรียนใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาช่วยในการสอน เช่น วีดีโอ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์วงจรปิด และอุปกรณ์การสอนที่ทันสมัยอื่น ๆ ก็จะสามารถลดครูลงได้จำนวนหนึ่ง การสอนโดยใช้วีดีโอและโทรทัศน์วงจรปิด จะสามารถสอนได้หลายห้องรวมกัน ทำให้ลดจำนวนครูที่ต้องสอนในแต่ละห้องได้ ขณะนี้โรงเรียนมัธยมศึกษาพัฒนาไปมากแล้ว โรงเรียนในตัวอำเภอจึงมีทั้งวีดีโอ ห้องโสตทัศนศึกษา และบางโรงมีโทรทัศน์วงจรปิด เช่น ที่โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี ส่วนคอมพิวเตอร์นั้นขณะนี้ได้มีการส่งเสริมให้ใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น บทบาทของคอมพิวเตอร์ในทางการศึกษานั้นมีหลายประการคือ คอมพิวเตอร์ในฐานะผู้สอน ผู้เรียน และเครื่องมือ คอมพิวเตอร์ในฐานะผู้สอน เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเรียนรู้จากสาระที่เหมาะสมกับตนเองที่เลือกสรรแล้ว พร้อมกับมีสื่อ มีการตอบสนองระหว่างกัน และสามารถประเมินการเรียนได้ด้วยตนเอง เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสิ่งประดิษฐ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี 2532 อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีเหล่านี้อาจ

จะยังไม่สามารถแทนครูได้ แต่ก็สามารถลดจำนวนครูได้โดยการใช้ครูน้อยลงแต่สอนนักเรียนได้มากขึ้นโดยอาศัยเทคโนโลยีช่วย

จำนวนห้องเรียน (R) ถ้าโรงเรียนมีจำนวนห้องเรียนมากก็ย่อมต้องใช้ครูมากด้วย จำนวนห้องเรียนแบ่งออกเป็น จำนวนห้องเรียน ม.ต้น (R_1) และจำนวนห้องเรียน ม.ปลาย (R_2)

ขนาดของโรงเรียน (C) โรงเรียนที่มีขนาดใหญ่ย่อมต้องมีครูสนับสนุนการสอนมากกว่าโรงเรียนขนาดเล็ก ครูสนับสนุนการสอนมี 11 ตำแหน่งคือ ครูโภชนาการ ครูอนามัยโรงเรียน ครูแนะแนว ครูการเงินและการบัญชี ครูธุรการ ครูบรรณารักษ์ ครูกิจกรรมนักเรียน ครูทะเบียนวัดผล ครูพัสดุ ครูโสตทัศนศึกษา และครูผู้ปกครองนักเรียน และมีเกณฑ์จัดสรรจำนวนครูให้แก่โรงเรียนตามขนาดของโรงเรียน เช่น โรงเรียนขนาด 6 ห้องเรียน สอนเฉพาะ ม.ต้น ได้ครูสนับสนุนการสอน 1 อัตรา ถ้าสอนระดับ ม.ปลายด้วย ได้ครูสนับสนุนการสอน 2 อัตรา ขนาด 12 ห้องเรียน ระดับ ม.ต้น ได้ครูสนับสนุนการสอน 2 อัตรา ระดับ ม.ปลาย ได้ครูสนับสนุนการสอน 2 อัตรา ฯลฯ ขนาดของโรงเรียนแบ่งออกเป็น 4 ขนาด คือ ขนาดเล็ก (C_1) ขนาดกลาง (C_2) ขนาดใหญ่ (C_3) และขนาดพิเศษ (C_4)

อัตราการสอนของครู (L) ได้แก่ คาบสูงสุดที่ครูทำการสอนต่อ 1 สัปดาห์ จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย (พ.ศ.2521 และ 2524) คาบสูงสุดที่ครูทำการสอนต่อ 1 สัปดาห์ คือ ม.ต้น จำนวน 20 คาบ และ ม.ปลาย 18 คาบ คิดเฉลี่ยจำนวน 19 คาบ เนื่องจากครู ม.ต้น และ ม.ปลาย ไม่ได้แยกกันเด็ดขาด

จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ (H) ถ้าจำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์สูงก็จะต้องใช้จำนวนครูมากขึ้นด้วย จากหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (พ.ศ.2521) และมัธยมศึกษาตอนปลาย (พ.ศ.2524) จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์คือ 40 คาบ

อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู (F) อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครูตามเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครู (ก.ค.) กำหนดไว้ ม.ต้น 17 : 1 และ

ม.ปลาย 15 : 1 ถ้าอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครูมากก็จะใช้ครูน้อย ตัวแปรตัวนี้ใช้ในรูปแบบจำลองการคาดคะเนครู ซึ่งเป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในงานวิจัย เช่น งานวิจัยของณัตตินา วัฒนาชยากูล นภาพร สิงหทัต และวรรณพร วิเชียรวงศ์

อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง (E) ถ้าอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้องน้อยจะต้องใช้ครูจำนวนมาก ถ้าอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้องมากก็จะใช้ครูน้อย

อัตราการปลดเกษียณ (D) ถ้ามีอัตราการปลดเกษียณมากย่อมต้องใช้ครูเพิ่มมากขึ้น

ตัวแปรอื่น (U) เป็น random variable ของแต่ละสมการอาจจะรวมถึงครูถึงแก่กรรม ลาออก การโอนโยกย้ายไปช่วยราชการที่อื่น ๆ แล้วแต่กรณี

2) เมื่อได้ตัวแปรอธิบายที่สำคัญ นำข้อมูลย้อนหลังจำนวน 16 ปี (พ.ศ.2515 - 2530) มาทำแผนภาพการกระจาย (scatter diagram) เพื่อดูว่าตัวแปรอธิบายและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ถ้าไม่มีความสัมพันธ์กันก็ตัดตัวแปรอธิบายนั้นทิ้งไป ถ้ามีความสัมพันธ์กันจะเป็นแบบใด เป็นสมการเชิงเส้น (linear equation) หรือจะเป็นสมการเส้นโค้ง (non-linear equation) แผนภาพการกระจายจะช่วยในการตัดสินใจว่าลักษณะทางคณิตศาสตร์ของสมการในแบบจำลองนั้น จะเป็นอย่างไร (ดูภาคผนวก ข)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) นำข้อมูลมาดำเนินการวิเคราะห์ตัวแปรค่าต่าง ๆ เพื่อเลือกเข้าไปในสมการ โดยวิธีทดสอบสมมุติฐานว่า ข้อมูลที่ได้ของตัวแปรค่าแต่ละคู่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ในการทดสอบนี้เพื่อจะได้ทราบว่าระดับของค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ควรจะเป็นเท่าใดจึงจะยอมรับว่าข้อมูลคู่นั้น ๆ มีความสัมพันธ์กัน โดยตั้งข้อสมมุติฐานดังนี้

$$Ho : \rho = 0$$

$$Ha : \rho \neq 0$$

จากสูตร $$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$ (Koutsoyiannis 1984 : 94)

เพื่อเปรียบเทียบกับ $t_{\alpha, (n-2)}$ จากตาราง

ในที่นี้ r = ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ที่ต้องการ

$n = 16$

$\alpha = .05$

จากตาราง $t_{.05}(14) = 2.145$

เพื่อให้ได้ระดับความเชื่อมั่น 95% ในการยอมรับว่าข้อมูลคู่หนึ่งมีความสัมพันธ์กัน

$$t = \frac{r\sqrt{16-2}}{\sqrt{1-r^2}} = 2.145$$

$$r = \pm .4973$$

หมายความว่า ถ้าค่า $r > 0.4973$ หรือ $r < -0.4973$ จะปฏิเสธ $Ho : \rho = 0$ และยอมรับ $Ha : \rho \neq 0$ แสดงว่าข้อมูลคู่นั้นมีความสัมพันธ์กัน

การนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตัวแปรค่าอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสนับสนุนลักษณะความสัมพันธ์โดยใช้แผนภาพการกระจาย

สูตรที่ใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอธิบายและตัวแปรตาม และระหว่างตัวแปรอธิบายด้วยกัน คือ

$$r_{xy} = \frac{n\Sigma(X_i Y_i) - (\Sigma X_i)(\Sigma Y_i)}{\sqrt{n\Sigma X_i^2 - (\Sigma X_i)^2}\sqrt{n\Sigma Y_i^2 - (\Sigma Y_i)^2}}$$

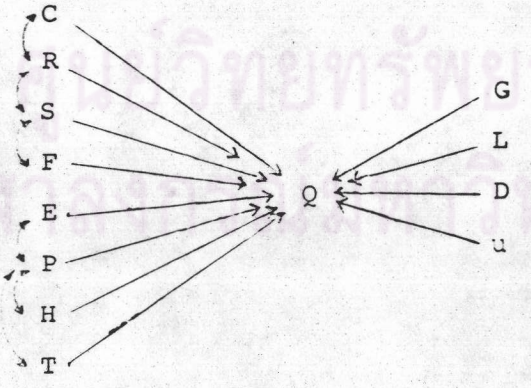
(Koutsoyiannis 1984 : 36)

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแล้ว เปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ควรจะเป็น (ค่า $r > 0.4973$ หรือ $r < -.4973$) ถ้าค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่หาได้สูงกว่าค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ที่ควรจะเป็น ($r > 0.4973$ หรือ $r < -0.4973$) จึงเลือกตัวแปรดังกล่าวไว้ในแบบจำลอง

ถ้าแผนภาพการกระจายมีลักษณะเส้นโค้ง ความสัมพันธ์อยู่ในรูปของ $y = a+b\log x$ การหาค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์จะอยู่ในรูป $r_{y(\log x)}$ ให้ $\log x = Z$ แล้วหาสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ r_{yz} โดยใช้สูตรดังกล่าวแล้วข้างต้น

4) การเลือกตัวแปรโดยใช้หลักเหตุผล

รูปแบบจำลองเบื้องต้นที่คาดว่าจะเป็น (Kenny 1979 : 70)



<u>แผนภาพที่ 1</u> รูปแบบจำลองเบื้องต้นที่คาดว่าจะได้

ในการสร้างรูปแบบจำลองด้วยวิธีการทางเศรษฐมิตินั้น ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งคือ ปัญหามัลติคอลลิเนียริตี้ (Multicollinearity) หรือปัญหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของตัวแปรคือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากในหมู่ตัวแปรจำนวนหนึ่งหรือทั้งหมดได้มีสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกันสูงมาก จนทำให้ไม่สามารถแยกแยะอิทธิพลของแต่ละตัวแปรหรืออาจจะแยกแยะได้แต่ก็ยุ่งยากมาก แนวทางแก้ไขปัญหาแนวทางหนึ่งก็คือ ตัดย่อโมเดลให้สอดคล้องกับข้อมูล นั่นคือ ตัดตัวแปรอธิบายทิ้งไปเสียบ้างหรือไม่ก็รวมตัวแปรหลายตัวเข้าเป็นตัวเดียว (คงศักดิ์ สันติพฤกษวงศ์ 2529 : 156 - 164)

ผู้วิจัยจึงต้องพิจารณาปัญหามัลติคอลลิเนียริตี้ ซึ่งจะมีผลทำให้การแปลผลการวิจัยคลาดเคลื่อน (Kerlinger 1976 : 164 - 166) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา (P) ซึ่งจะใช้ตัวแปรอัตราส่วนวิชาอาชีพ : วิชาสามัญ กับตัวแปรเทคโนโลยีทางการศึกษา (T) น่าจะมีมัลติคอลลิเนียริตี้ หรือมีความสัมพันธ์กันคือ ถ้าหลักสูตรเปลี่ยนโดยอัตราส่วนวิชาอาชีพ : วิชาสามัญมากขึ้น กรมก็จะต้องจัดสรรเทคโนโลยีให้แก่โรงเรียนมากขึ้น ดังนั้นตัวแปร 2 ตัวนี้มีความสัมพันธ์กันจึงควรเลือกไว้หนึ่งตัว คือ หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา เนื่องจากเป็นตัวต้นเหตุในการเปลี่ยนแปลง

(2) จำนวนห้องเรียนและขนาดของโรงเรียน น่าจะมีความสัมพันธ์กันมาก เนื่องจากขนาดของโรงเรียนกำหนดโดยห้องเรียน และตัวแปรทั้งสองนี้ยังมีความสัมพันธ์กับจำนวนนักเรียนด้วย เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์กันแล้ว จำนวนนักเรียนน่าจะมีความสำคัญมากกว่าจำนวนห้องเรียนและขนาดของโรงเรียน จึงควรตัดตัวแปรห้องเรียนและขนาดของโรงเรียนออกจากสมการ

(3) อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู (F) ข้อมูลนี้หาได้จาก จำนวนนักเรียนหารด้วยจำนวนครู จึงมีความสัมพันธ์กับจำนวนนักเรียน และตามเกณฑ์ ก.ค. กำหนดไว้ว่าอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครูในระดับชั้น ม.ต้น ควร = 17 : 1 และ ม.ปลาย = 15 : 1 ในขณะนี้โรงเรียนส่วนใหญ่ยังจัดไม่ได้ตามเกณฑ์ จึงคาดว่าจะใช้สัดส่วนนี้ไปอีกหลายปี จึงไม่มี Variation ในค่าของตัวแปรนี้ จึงควรตัดทิ้งไป

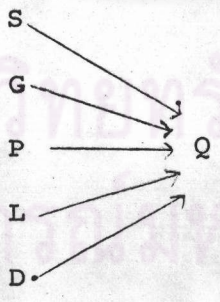
(4) อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง (E) คำนวณได้จากจำนวนนักเรียนหารด้วยห้องเรียน จึงมีความสัมพันธ์กับจำนวนนักเรียนสูง ดังนั้น เมื่อเลือกตัวแปรนักเรียนไว้ในสมการแล้ว จึงควรตัดตัวแปรนี้ทิ้งไป

(5) จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ (H) ถูกกำหนดโดยหลักสูตร ซึ่งเป็นตัวแปรอธิบายที่เลือกไว้แล้ว และส่วนใหญ่จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์มักจะไม่เปลี่ยนแปลงมาก จึงควรตัดทิ้งไป

ดังนั้นตัวแปรที่สำคัญที่คาดว่าจะไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันเอง (Multicollinearity) ที่ควรจะคงไว้ในสมการ คือ

1. จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (S)
2. ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ (GDP) (G)
3. หลักสูตร (สัดส่วนวิชาอาชีพ : วิชาสามัญ) (P)
4. อัตราการสอนของครู (L)
5. อัตราการปลดเกษียณ (D)

รูปแบบจำลองที่พิจารณาตามหลักเหตุผลแล้ว (Causal Model with Multiple Unmeasured Variables) คาดว่าจะเป็น (Kenny 1979 : 13)



แผนภาพที่ 2 รูปแบบจำลองหลังการพิจารณาตามหลักเหตุผล

ตัวแปรอธิบายที่เลือกไว้ นำมาเขียนในรูปความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

$$Q = f(S, G, P, L, D)$$

ในเมื่อ Q = จำนวนครู

5) เมื่อเลือกตัวแปรและคัดเลือกตัวแปรได้แล้ว โดยพิจารณาจากแผนภาพการกระจาย (scatter diagram) หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรคำนวณ และพิจารณาตามหลักเหตุผลแล้วจะได้ตัวแปรที่เหมาะสมที่จะจัดเข้าในแบบจำลอง ในกรณีที่ตัวแปรมีอิทธิพลจากเหตุการณ์ภายนอก เช่น การเปลี่ยนระบบการศึกษาจาก 7 : 3 : 2 เป็น 6 : 3 : 3 ในปีการศึกษา 2521 ทำให้จำนวนครูเพิ่มจากการรับนักเรียนซ้อนกัน 2 ชั้นคือ ม.1 และ ม.ศ.1 ควรแก้ปัญหานี้โดยการเพิ่มตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) ซึ่งมีค่า 0 และ 1 ไว้ด้วยจะทำให้ค่าของการทำนายหรือพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงยิ่งขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คำนึงถึงเหตุการณ์ภายนอก 2 เหตุการณ์คือ การเปลี่ยนระบบการศึกษา จึงเพิ่มตัวแปรหุ่น X_1 แทนเหตุการณ์ดังกล่าว และการที่นักเรียนลดในปี 2529 ก็มีผลกับจำนวนครู จึงเพิ่มตัวแปรหุ่น X_2 ซึ่งแสดงในผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1.2 <u>การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง</u> (estimate of the Model)

การกะประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองใช้ Least square method (Koutsoyiannis 1984 : 119 - 121, ชินวุธ สุนทรสีมะ 2515 : 179-180) ตัวอย่างเช่น

สมมุติรูปแบบจำลองคือ $Q = b_o + b_1 s + b_2 p + b_3 x_1 + u$

แก้สมการโดยทำเป็น normal Equations 4 สมการคือ

$$\Sigma Q = Nb_0 + b_1 \Sigma S + b_2 \Sigma p + b_3 \Sigma X_1$$

$$\Sigma SQ = b_0 \Sigma S + b_1 \Sigma S^2 + b_2 \Sigma SP + b_3 \Sigma SX_1$$

$$\Sigma pQ = b_0 \Sigma p + b_1 \Sigma SP + b_2 \Sigma P^2 + b_3 \Sigma PX_1$$

$$\Sigma X_1 Q = b_0 \Sigma X_1 + b_1 \Sigma SX_1 + b_2 \Sigma PX_1 + b_3 \Sigma X_1^2$$

แปลงรูปสมการ normal equation ให้อยู่ในรูปของ Deviation from mean โดยให้

$$s = S - \bar{S}$$

$$p = P - \bar{P}$$

$$x_1 = X_1 - \bar{X}_1$$

$$q = Q - \bar{Q}$$

จะได้ normal equation ใหม่คือ

$$\Sigma sq = b_1\Sigma s^2 + b_2\Sigma sp + b_3\Sigma sx_1 \quad (1)$$

$$\Sigma pq = b_1\Sigma sp + b_2\Sigma p^2 + b_3\Sigma px_1 \quad (2)$$

$$\Sigma x_1q = b_1\Sigma sx_1 + b_2\Sigma px_1 + b_3\Sigma x^2 \quad (3)$$

$$sq = \frac{N\Sigma SQ - (\Sigma S)(\Sigma Q)}{N}$$

$$sp = \frac{N\Sigma SP - (\Sigma S)(\Sigma P)}{N}$$

$$sx_1 = \frac{N\Sigma SX_1 - (\Sigma S)(\Sigma X_1)}{N}$$

$$pq = \frac{N\Sigma PQ - (\Sigma P)(\Sigma Q)}{N}$$

$$px_1 = \frac{N\Sigma PX_1 - (\Sigma P)(\Sigma X_1)}{N}$$

$$x_1q = \frac{N\Sigma X_1Q - (\Sigma X_1)(\Sigma Q)}{N}$$

$$s^2 = \frac{N\Sigma s^2 - (\Sigma S)^2}{N}$$

$$x_1^2 = \frac{N\Sigma X_1^2 - (\Sigma X_1)^2}{N}$$

แทนค่าในสมการ (1), (2) และ (3) จะได้ค่า b_1, b_2 และ b_3 แล้ว หาค่า b_0 ได้จากสูตร

$$b_0 = \frac{\sum Q - b_1 \sum S + b_2 \sum P + b_3 \sum X_1}{N}$$

1.3 การประเมินค่าที่ประมาณได้ของพารามิเตอร์ (evaluation of estimates) (ชินวุธ สุนทรสีมะ 2515 : 192 ; Koutsoyiannis 1984 : 157)

$$F = \frac{\text{Regression variance}}{\text{Residual variance}} \gtrless F \text{ ตาราง } df = k-1, n-k$$

(k คือจำนวน b_i รวม b_o ด้วย)

เพื่อพิจารณาว่า

(1) ข้อมูลดังกล่าวมีสหสัมพันธ์กันหรือไม่ ถ้า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า F ตารางแสดงว่ามีสหสัมพันธ์กัน หมายความว่า ตัวแปรอธิบายทั้งหมดพยากรณ์จำนวนครูได้

(2) ถ้ามีสหสัมพันธ์กันแล้ว มีความสัมพันธ์กันเพียงใดโดยใช้สูตร (ชินวุธ สุนทรสีมะ 2515 : 193 ; Koutsoyiannis 1984 : 129)

$$R^2 = \frac{1 - \text{Residual variance}}{\text{Total variance}}$$

โดยที่ R คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Coefficient of Multiple Correlation)

(3) พิจารณาว่าค่าของ b_i มีประสิทธิภาพหรือไม่เพียงใดโดยหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่า b_i (Standard errors of Coefficients) จากสูตร

variance ของ b_i ($\sigma^2 b_i$) ได้ = residual variance x diagonal element ในตำแหน่งที่คู่กัน (ชินวุธ สุนทรสีมะ 2515:194; Koutsoyiannis 1984 : 129 - 131)

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ b_i ต่าง ๆ นี้ใช้ทดสอบดูค่าของตัวแปรอธิบายที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน σ_{b_i} จะมีค่าแตกต่างจากค่าจริงอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ นั่นคือทดสอบว่า b_i แตกต่างจาก o อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่โดยใช้ t-test (ชินวุธ สุนทรสีมะ 2515 : 195 ; Koutsoyiannis 1984 : 84)

$$t = \frac{b_i - o}{\sigma_{b_i}} \rangle \quad t\ .05 \quad df = n - k$$

ส่วนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการกะประมาณ (Standard error of estimate) $=\sigma u$ หาได้จากสูตร (ชินวุธ สุนทรสีมะ 2515 : 195; Koutsoyiannis 1984 : 74)

σ_u = residual variance

เมื่อตรวจดูค่า R^2 ว่ามีค่าเพียงพอน่าเชื่อถือ และค่า F มีค่าสูงกว่าค่าจากตารางก็ยอมรับว่าค่าสัมประสิทธิของตัวแปรค่าทุกตัวในสมการมีความเหมาะสม พิจารณาค่า t ถ้าค่า t ต่ำกว่าค่า t ตารางก็ตัดตัวแปรนั้นทิ้งไป ก็จะได้แบบจำลองที่สมบูรณ์แบบ พิจารณาตัวแปรอธิบายแต่ละตัวว่า น่าจะมีอิทธิพลภายนอกมาเกี่ยวข้องหรือไม่ ถ้าข้อมูลของตัวแปรอธิบายมีลักษณะผิดไป เช่น จำนวนนักเรียนที่เคยมีจำนวนเพิ่มขึ้น แต่ในพฤติกรรมจริง ๆ กลับลดลงก็ควรจะปรับปรุงสมการให้ดีขึ้นโดยใช้ตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) ถ้าค่าของตัวแปรหุ่นไม่มีผล ในสมการก็จะมีค่าสถิติ t ต่ำ และถูกตัดออกจากสมการ แต่ถ้าค่าของตัวแปรหุ่นมีผลต่อสมการจะทำให้ตัวแปรอธิบายในสมการมีค่าสถิติ t เพิ่มขึ้น ก็คงไว้ในสมการได้ ค่าของตัวแปรหุ่นจะทำให้สมการ Fit กับข้อมูลและสามารถทำนายได้ใกล้เคียงยิ่งขึ้น นำแบบจำลองที่หาได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์ ทดสอบค่า F หาค่า R^2 และ σu ก็จะได้แบบจำลองที่ต้องการ

1.4 <u>การประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์</u> (evaluation of the forecasting power of the estimated Model)

วิธีการหาประสิทธิภาพของการพยากรณ์ (forecasting power) ทำได้ดังนี้

คาดคะเนจำนวนครูในปีหนึ่งปีใดที่ผ่านมาโดยใช้แบบจำลอง (Model) แล้วเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในปีนั้นแล้วทดสอบนัยสำคัญ ถ้ามีนัยสำคัญแสดงว่า แบบจำลองนั้นมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ต่ำ โดยใช้ t-test (Koutsoyiannis 1984 : 488)

$$t^* = \frac{Y_A - \hat{Y}_F}{\hat{\sigma}_u \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_F - \bar{X})^2}{\Sigma (X - \bar{X})^2}}} \quad , df = n-k$$

t^* = ค่าสถิติ t ที่คำนวณได้ (observed value of the t statistic)

$\hat{\sigma}_u$ = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (estimate of the variance

$$\text{of } u = \sqrt{\frac{\text{residual sum of square } (\Sigma e^2)}{n - k}} \quad)$$

X_F = ค่าตัวแปรอธิบายจากการเก็บข้อมูล {actual (observed) value of X in the period of forecast}

Y_A = ค่าตัวแปรตามจากการเก็บข้อมูล {actual (observed) value of Y}

$\hat{Y}_F$ = ค่าตัวแปรตามที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลอง {predicted (forecast) value of Y from the model}

ถ้า $t^* < t_{.05}$ df = n-k ตาราง แสดงว่า ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของแบบจำลองนั้นดี

ถ้า $t^* > t_{.05}$ df = n-k ตาราง หมายความว่า Y ที่สังเกตได้ไม่มีความสัมพันธ์กับ Y ที่คาดคะเน (estimate)

เนื่องจากตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นตัวเลขจำนวนมาก ดังนั้นการหาค่าสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังที่กล่าวมาแล้ว จึงอาศัยไมโครคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปชื่อ Statpak โดยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ บันทึกลงในแถบแม่เหล็กและใช้โปรแกรมคำสั่ง Multiple linear Regression

ขั้นตอนที่ 2 นำรูปแบบจำลองที่สร้างในขั้นตอนที่ 1 ไปใช้คาดคะเนจำนวนครู ตั้งแต่ปีการศึกษา 2531 - 2540 ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. คาดคะเนข้อมูลที่จะใช้ในการคาดคะเนจำนวนครู

สำหรับข้อมูลที่จะใช้ในการคาดคะเนจำนวนครูนั้น มีส่วนหนึ่งที่หน่วยงานเจ้าสังกัดได้คาดคะเนไว้แล้วในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2530-2534) คือ จำนวนนักเรียน และ GDP จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แต่เมื่อตรวจสอบกับข้อมูลปัจจุบันแล้วปรากฏว่า มีความคลาดเคลื่อนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการทางการวางแผนการศึกษาคาดคะเน ดังนี้

1.1 จำนวนนักเรียน (S) คาดคะเนปีการศึกษา 2531 - 2540 ด้วยวิธีอัตราเจริญเฉลี่ย (Extrapolation) โดยใช้สูตร

$$E_n = E_o (1 + i)^n$$ (สุรพงษ์ ปนาทกุล 2526 : 197)

ในเมื่อ E_o = จำนวนนักเรียนปีปัจจุบัน

i = อัตราเพิ่มเฉลี่ย

1.2 หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา (P) ใช้อัตราส่วนจำนวนหน่วยการเรียนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ โดยวิเคราะห์อัตราการเพิ่มของอัตราส่วนจำนวนหน่วยการเรียนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย พ.ศ.2503 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2518 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ.2521 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524 แล้วกำหนดอัตราส่วนจำนวนหน่วยการเรียนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญออกเป็น 3 ช่วงปีการศึกษา ดังนี้

1.2.1 ปีการศึกษา 2531 - 2532 (2 ปี) เป็นช่วงต้นของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 6 เป็นระยะเตรียมการปรับปรุงของเดิม อัตราส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญยังคงเท่าเดิม

1.2.2 ปีการศึกษา 2533 - 2536 (4 ปี) เป็นช่วงปลายของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 6 และช่วงต้นของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 น่าจะเพิ่มวิชาอาชีพมากขึ้น

1.2.3 ปีการศึกษา 2537 - 2540 (4 ปี) เป็นช่วงปลายของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 น่าจะเพิ่มวิชาอาชีพมากขึ้น เพราะพลเมืองเพิ่มขึ้น ควรส่งเสริมให้มีการประกอบอาชีพอิสระมากขึ้น

1.3 อัตราการปลดเกษียณ (D) คาดคะเนจากครูที่มีอายุ 50-59 ปี ในปีการศึกษา 2530

1.4 ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้คาดคะเนไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2529 - 2539 โดยใช้อัตราความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ 5% แต่เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงแล้ว ปรากฏว่ามีความคลาดเคลื่อนจึงปรับข้อมูลโดยใช้อัตราความเจริญเฉลี่ยหรือวิธี Extrapolation

1.5 อัตราการสอนของครู (L) พิจารณาจากข้อมูลและแผนภาพการกระจาย (scatter diagram) แล้ว เพิ่มในรูปของสมการ $Y = aX^b$ จึงใช้เป็นสมการคาดคะเนอัตราการสอนของครู โดยที่ Y = อัตราการสอนของครู X = ปีการศึกษา (Book 1977 : 259)

2. นำข้อมูลที่คาดคะเนได้แทนค่าในแบบจำลองแต่ละแบบ จะได้จำนวนครูในปีการศึกษา 2531 - 2540 ดังในภาคผนวก